

Учебное издание

Гайсин И.А., Хазиев М.Л.

Галиакбаров А.Т., Ибрафилов И.Х.,

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ С
КАНАЛЬНОЙ НАСАДКОЙ**

Методическое указание

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре
Набережночелнинского института
Казанского (Приволжского) федерального университета

Подписано в печать 11.05. 2018г.
Формат 60x84/16. Печать ризографическая.
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. п. л. 0,8. Уч.-изд. л. 0,8.
Тираж 50 экз. Заказ № 997.

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект Мира, 68/19
тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail: ic-nchi-krfu@mail.ru

**Министерство образования и науки
Российской Федерации**

**Набережночелнинский институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ
С КАНАЛЬНОЙ НАСАДКОЙ**

**Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Физико-механические свойства сырья и готовой продукции»**

**Набережные Челны
2018**

УДК 697.1(075.8)
ББК 38.113.6(я)73

П79

*Печатается в соответствии
с решением учебно-методической комиссии отделения
информационных технологий и энергетических систем
НЧИ К(П)ФУ*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент **Р.Р. Саубанов**;
доктор технических наук, профессор **С.В. Дмитриев**

Гайсин И.А.

П79 Изучение работы барабанной сушилки с канальной насадкой: методические указания / И.А. Гайсин, М.Л. Хазиев, И.Х. Исрафилов, А.Т. Галиакбаров. – Набережные Челны: Изд.-полигр. Центр Набережночелнинского института К(П)ФУ, 2018.- 13 с.

В издании изложены материалы, предназначенные для студентов направления 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» при подготовке и выполнении лабораторных работ по дисциплинам: «Физико-механические свойства сырья и готовой продукции», «Инженерная реология», «Проектирование технологических линий»

© Набережночелнинский институт К(П)ФУ, 2018

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ С КАНАЛЬНОЙ НАСАДКОЙ

Цель работы: Оценка технического уровня (состояния) барабанной сушилки с канальной насадкой и её исследование для повышения эффективности процесса сушки и выявление основных направлений совершенствования конструкции.

Задачи работы:

1. Изучить устройство и принцип работы барабанной сушилки с канальной насадкой;
2. Усвоить правила безопасной эксплуатации и подготовить сушилку к работе;
3. Исследовать процесс конвективной сушки сыпучих материалов в плотном движущемся продуваемом слое барабанной сушилки;
4. Определить теоретическую и экспериментальную производительность, полного расхода воздуха на сушку и мощности привода вращающегося барабана;
5. Обработать результаты исследований.

Оборудование, инструменты и инвентарь: барабанная сушилка с канальной насадкой, емкости, совок, посуда, ключи, линейка, секундомер, чашечный анемометр, термометр, гигрометр «Волна-1М», потенциометр, влагомер ПВЗ-10Д, аналитические весы, сушильный шкаф, бюксы.

Продукты: семена подсолнечника - 30,0 кг; пшеница - 30,0 кг; гречиха - 30,0 кг.

Изучение устройства и принципа работы

Экспериментальная барабанная сушилка с канальной насадкой (рис.1), смонтирована на раме 1, на которой установлен нагнетающий вентилятор 2, при помощи которого

атмосферный воздух по воздуховоду 4 подается в электрокалорифер 6.

Контроль за температурой и относительной влажностью воздуха, поступающего в сушилку, осуществляется «сухим» и «мокрым» термометрами 7 и 8.

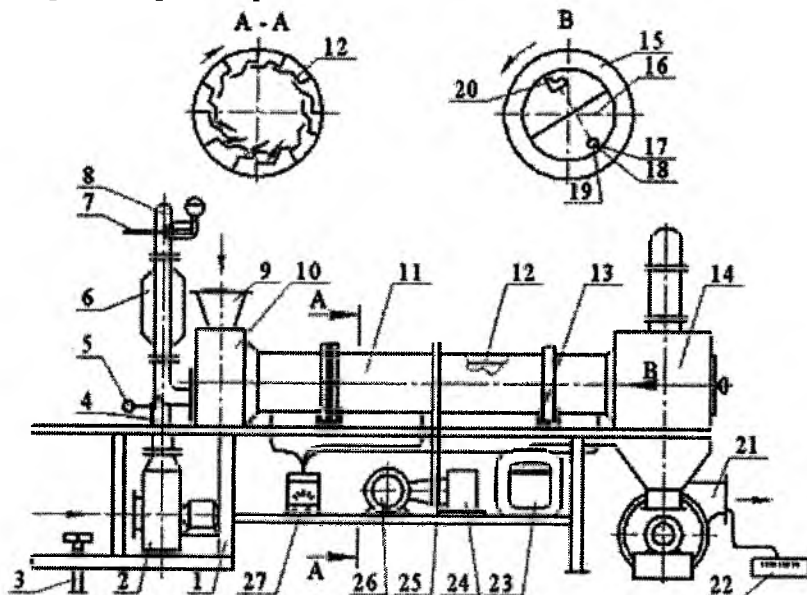


Рисунок 1 - Барабанная сушилка с канальной насадкой

Конструкция барабанной сушилки: 1 - рама; 2 - нагнетающий вентилятор; 3 - упорно-винтовое устройство; 4 - воздуховод; 5 - шибер; 6 - электрокалорифер; 7, 8 - «сухой» и «мокрый» термометры; 9 - патрубок ввода влажных семян; 10 - загрузочная камера; 11 - барабан; 12 - канальная насадка; 13 - опорные ролики; 14 - камера выгрузки; 15 - подпорное кольцо; 16 - разгрузочный фланец; 17-19 - хромель-копелевые терморпары; 20 - уголок; 21 - отсасывающий вентилятор; 22 - гигрометр; 23 - потенциометр; 24 - редуктор; 25 - цепная передача; 26 - электродвигатель; 27 - термоанемометр

Основным элементом конструкции является барабан 11 с внутренним диаметром 0,3 м и длиной 1,3 м. Внутри барабана

Пробы в бюксах высушите в сушильном шкафу до постоянной массы, т.е. до тех пор, пока два очередных взвешивания не дадут одинаковый результат. Результаты взвешиваний запишите в протокол наблюдений (табл. 1).

При подготовке установки к работе откройте шиберы на воздуховодах 4, включите рубильник, запустите вентилятор 2 и калорифер 6 с помощью пакетных переключателей и включите привод вращения барабана. После этого начинается быстрое повышение температуры воздуха.

Спустя некоторое время стенки барабана 11 прогреваются, и при постоянных потерях теплоты в окружающую среду температура воздуха, выходящего из барабана, становится постоянной, но ниже, чем до барабана. С этого момента начинается испытание установки.

Методика выполнения работы

На технических весах взвесьте порцию G_1 увлажненного продукта. При загрузке барабана 11 вручную материал засыпайте через патрубок 9 небольшими порциями непрерывно и равномерно в течение всего испытания. За начало испытания принимается время засыпки первой порции материала в барабан 11. Через каждые 5 мин в течение всего испытания измеряйте следующие параметры: температуру свежего воздуха по сухому и смоченному термометрам t_0 и t_{m0} температуру подогретого воздуха после калорифера по сухому термометру t_1 температуру отработанного воздуха по сухому и смоченному термометрам t_2 и t_{m2} , а также скорость воздуха на выходе из барабана v_v чашечными анемометром.

Спустя 10 мин с начала работы часть высушенного продукта ссыпьте из разгрузочной камеры 14. Из высушенного материала отберите пробы (по 5 г) в два бюкса для определения конечной влажности материала. Бюксы с пробой взвесьте на аналитических весах и поставьте в сушильный шкаф. Дальнейшее взвешивание бюксов производите аналогично

исследований установка выводится на заданный режим работы путем ее прогрева горячим воздухом в течение 30 мин.

Техническая характеристика

Производительность - 80 кг/ч
Сушильный агент - горячий воздух
Время сушки - 5...12 мин
Съем влаги - регулируется временем сушки
Степень заполнения - до 35 %
Угол наклона барабана $\pm 05 \dots^\circ$
Частота вращения - 0,5 об/мин
Габаритные размеры - 2300x1000x1800 мм
Масса - 75 кг

Правила эксплуатации и определение производительности

Объектом сушки является сыпучий материал (семена подсолнечника, зерно пшеницы, гречиха и др.). Перед началом испытания подготовьте материал: увлажните путем разбрызгивания воды и выдержите в течение 10...20 мин для равномерного распределения в нем влаги. Из влажного продукта отберите пробы (по 5 г) в два бюкса* (масса бюксов определяется заранее) для определения начальной влажности материала. Бюксы с пробой взвесьте на аналитических весах и поставьте в сушильный шкаф, температуру в котором поддерживайте постоянной, равной 105...130 °С. Периодически (через каждые 20...30 мин) бюксы вынимайте из сушильного шкафа и после охлаждения в эксикаторе взвешивайте.

* Бюкса - стеклянный тонкостенный стаканчик с притертой крышкой, используемый в практических работах по аналитической химии, позволяет произвести точное взвешивание, избежав изменения веса гигроскопического вещества из-за абсорбции воды.

установлена канальная насадка 12, через продольные щели которой горячий воздух подается в слой высушиваемого продукта.

Барабан 11 опирается на опорные ролики 13 и приводится во вращение приводом, состоящим из электродвигателя 26, редуктора 24 и цепной передачи 25.

При вращении барабана 11 горячий воздух непрерывно подается только в те каналы, непосредственно над которыми находится материал. Переход от воздуховода 4 к сегментному окну переходника выполнен в виде рукава.

Влажный продукт самотеком поступает во вращающийся барабан 11 по патрубку 9 и по спирали перемещается к камере выгрузки 14. К торцу барабана 11 прикреплено подпорное кольцо 15, скользящее в пазу разгрузочного неподвижного фланца 16. При этом пространство барабана 11 находится под небольшим разрежением.

Температура сушильного агента измеряется термометром и контролируется потенциометром 23. Влажность продукта определяется влагомером ПВЗ-10Д, принцип действия которого основан на измерении приращения емкости конденсатора, в который помещается порция анализируемого продукта массой 100 г. Контролируется влажность материала методом высушивания проб в сушильном шкафу при температуре 130 °С в течение 40 мин.

Относительная влажность воздуха определяется гигрометром «Волна-1М» 22, представляющим собой сорбционно-частотный одноканальный цифровой прибор с диапазоном измерения от 0 до 99,9 % при температуре от 0 до 105 °С, скорости потока среды от 0 до 15 м/с. Скорость воздуха на входе и выходе из сушилки определяется термоанемометром 27.

Управление и контроль за работой сушилки осуществляется посредством переключателей. Для проведения

взвешиванию блоков с влажным материалом. Результаты взвешиваний и наблюдений запишите в протоколы (табл.2, 3).

Продолжительность работы определяется временем, за которое весь влажный материал пройдет через барабан и попадет в камеру выгрузки 14.

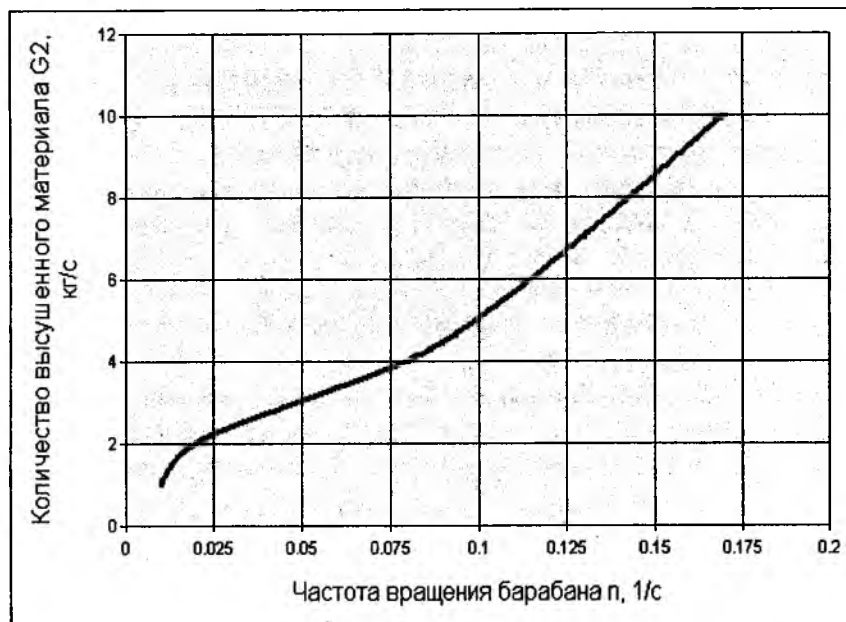


Рисунок 2 – Зависимость количества высушенного материала от частоты вращения барабана

По окончании работы выключите электрокалорифер 6, вентилятор 2 и электродвигатель 26. Высушенный продукт (G_2) ссыпьте из разгрузочной камеры в приемник и взвесьте на технических весах.

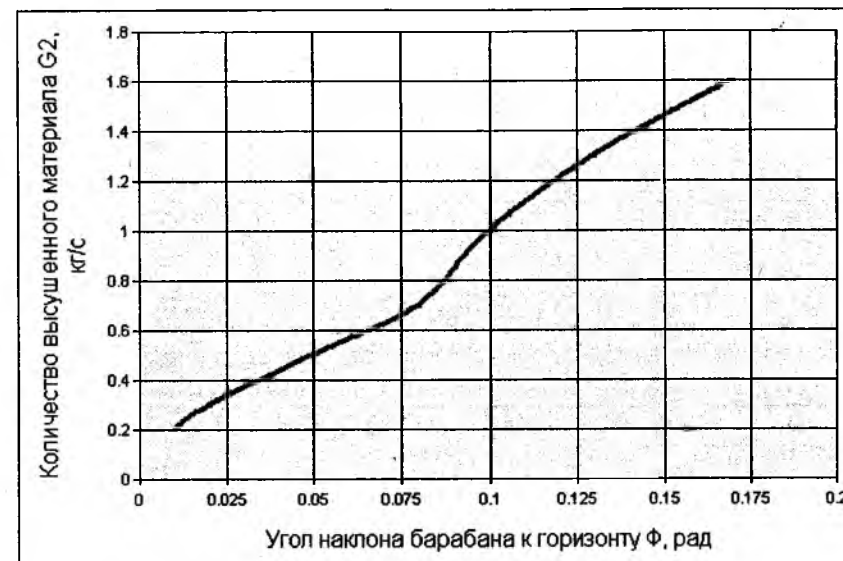


Рисунок 3 – Зависимость количества высушенного материала от угла наклона барабана

Расчетная часть

Исходя из полученной производительности барабанной сушилки по сухому продукту G_2 , начальной и конечной влажности W_n и W_k продукта при известных значениях t_0 , t_1 , t_2 и начальной температуре продукта t_n определите следующие параметры.

Количество высушенного материала определяют по формуле:

$$G_2 = G_1 - U \quad (1)$$

Исходные данные для выполнения расчета

№ варианта	Продукт	Влажность материала, %		Температура сушильного агента, °С		Давление, $\cdot 10^3$ Па		Удельная теплота парообразования, Дж/кг		Удельная теплоемкость при $t_0=25^\circ\text{C}$, Дж/(кг \cdot °С)		Удельная теплоемкость при t_1 , Дж/(кг \cdot °С)	
		W_H	W_K	t_1	t_2	P_1	P_2	r_1	r_2	C_B	C_{II}	C_B	C_{II}
1	Подсолнух	30	24	50	25	12.35	3.17	2381.8	2441.3	1005	1880	1005	1907
2		32	26	55	30	15.75	4.24	2369.7	2429.6			1005	1914
3		34	28	60	35	19.92	5.95	2357.6	2417.8			1005	1923
4	Гречиха	22	16	60	35	19.92	5.95	2357.6	2417.8			1005	1923
5		24	18	65	40	25.01	7.35	2345.0	2405.7			1009	1932
6		26	20	70	45	31.10	9.57	2332.9	2393.6			1009	1942
7	Пшеница	18	12	150	50	475	12.35	2114.1	2381.8			1015	2395
8		20	14	151	70	488.87	31.10	2111.0	2332.9			1015	2397
9		22	16	152	80	502.05	47.40	2107.9	2307.7			1015	2399

Графическая часть

Постройте графики следующих зависимостей: $G = f(n)$, $G = f(\Phi)$ (см. Рисунок 2,3), и сделайте статистическую обработку результатов.

Проанализируйте полученные графические зависимости пропускной способности от частоты вращения и угла наклона, а также производительности сушилки.

Задание

1. Выполнить расчет основных параметров барабанной сушилки по предлагаемому варианту (см. Таблица 1 и 2).
2. Постройте графики следующих зависимостей: $G = f(n)$, $G = f(\Phi)$, и сделайте статистическую обработку результатов, и сделать выводы.

Таблица 1.

Исходные данные для выполнения расчета

№ варианта	Продукт	Количество влажного материала	Время сушки	Скорость воздуха	Частота вращения барабана	Угол наклона барабана к горизонту
		G_1 , кг/с	t_c , с	U_B , м/с	n , об/мин (1/с)	Φ , рад
1	Подсолнух	3000	600	1.5	0.01	0.2
2		4000	630	1.2	0.02	0.3
3		6000	660	1	0.05	0.5
4	Гречиха	1000	420	0.8	0.08	0.7
5		3500	450	0.6	0.1	1
6		5500	480	0.55	0.13	1.3
7	Пшеница	3000	300	0.5	0.17	1.6
8		6000	330	0.3	0.19	1.9
9		1500	360	0.2	0.2	2.2

Масса испаренной влаги U (кг/с)

$$U = G_1 \cdot \frac{W_n - W_k}{100 - W_n} \quad (2)$$

или

$$U = G_2 \cdot \frac{W_n - W_k}{100 - W_n} \quad (3)$$

Начальное (U_n) и конечное (U_k) влагосодержание продукта U (кг/кг)

$$U_n = \frac{W_n}{100 - W_n} \quad (4)$$

$$U_k = \frac{W_k}{100 - W_k} \quad (5)$$

С учетом известных t_0 и φ_0 рассчитайте начальное влагосодержание воздуха d_0 (кг/кг):

$$d_0 = 0,662 \cdot \frac{\varphi_0 \cdot p_{\text{нас}}}{B - \varphi_0 \cdot p_{\text{нас}}} \quad (6)$$

где $p_{\text{нас}}$ - давление насыщенного пара при температуре t_0 , кПа;

B - барометрическое давление, кПа.

Энтальпия наружного воздуха I_0 (кДж):

$$I_0 = c_b t_0 + (r + c_n t_0) d_0 \quad (7)$$

где c_b и c_n - соответственно удельная теплоемкость сухого воздуха и пара при t_0 кДж/(кг·К); r - теплота парообразования при 0°C , кДж/кг.

Учитывая, что абсолютная влажность воздуха после нагревания в калорифере остается неизменным, т.е. $d_0 = d_1$, найдите энтальпию нагретого воздуха I_1 (кДж) на входе в сушилку при t_1 .

Содержание отчета

Отчет о работе включает в себя:

- цель работы;
- теоретическую часть;
- расчетную часть;
- графическую часть, выполненную в виде графиков зависимости, в соответствии с вариантами;
- вывод.

Контрольные вопросы

- 1) Устройство и принцип работы сушилки с канальной насадкой?
- 2) Пояснить графическую часть?
- 3) В чем заключается принцип и цель расчетов?
- 4) Сущность конвективной сушки?

Список использованных источников

1. Гинзбург А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. / А.С. Гинзбург // М.: Агропромиздат, 1985. - 336 с.
2. Сажин Б.С. Основы техники сушки. / Б.С. Сажин // М.: Химия, 1984. - 320 с.
3. Антипов С.Т. Технологическое оборудование для сушки пищевых продуктов: Учеб. пособие / С.Т. Антипов, В.Я. Валуйский, И.Т. Кретов // Воронеж. технол. ин-т; Воронеж, 1989. - 80с.

Учебное издание

Гайсин И.А., Хазиев М.Л.
Галиакбаров А.Т., Исрафилов И.Х.,

**ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ С
КАНАЛЬНОЙ НАСАДКОЙ**

Методическое указание

Главный редактор *Д.К. Мухаммадеева*
Технический редактор *Ф.А. Амирзянов*
Корректор *З.Г. Сафаралеева*

Отпечатано в Издательско – полиграфическом центре
Набережночелнинского института
Казанского (Приволжского) федерального университета

Подписано в печать _____
Формат 60x84/16. Печать ризографическая
Бумага офсетная. Гарнитура « Times New Roman»
Усл. п. л. ____. Уч.- изд. л. 6,7
Тираж 50 экз. Заказ № _____

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект Мира,
68/19
тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail : ic-nchi-kpfu@mail.ru